Zur Lehre von den Furchungen.

Von

A. Kölliker.

Professor Reichert hat im letzten Jahrgange von Müller's Archiv eine neue Hypothese über das Zustandekommen der Furchungen aufgestellt, die eben so wenig, als dies bei seiner früheren, nun decidirt aufgegebenen Einschachtelungstheorie der Fall war, eine Bereicherung der Wissenschaft genannt werden kann, vielmehr von neuem dazu beitragen wird, die Einsicht in das Wesen dieses merkwürdigen Processes, die einem befriedigenden Ziele nahe war, zu hemmen und zu verzögern. Zwar hat Reichert einige seiner früheren irrthümlichen Angaben zurückgenommen, und namentlich sich davon überzeugt, dass die sogenannten „hellen Flecken" der Furchungskugeln constante Gebilde und „wahrscheinlich" bläschenartige Kerne sind, in denen „manchmal" ein nucleolusartiges Korn vorkommt; allein gerade die wichtigsten Punkte, nämlich die Natur der Furchungskugeln und die Art und Weise ihrer Vermehrung einerseits und andererseits die Bedeutung der genannten Kerne für den Furchungsprocess sind ihm des Gänzlichen entgangen.

Obgleich ich nun zum Theil schon vor 3 Jahren [1]) und namentlich in späteren Arbeiten [2]) gerade diese Punkte auf eine, wie ich glaube, genügende Weise auseinandergesetzt habe, so halte ich es doch für nöthig, noch einmal auf diesen Gegenstand einzugehen, da Reichert in gewohnter Weise leichthin über bestimmte Beobachtungen Anderer sich hinweg-

[1]) Müller's Archiv 1843.

[2]) Entwicklung der Cephalopoden, und Schleiden und Nägeli Zeitschrift für wissensch. Botanik Heft II.

setzt, und mit staunenswerther Bestimmtheit dasjenige, was er gesehen zu haben meint, an deren Stelle schiebt; jedoch werde ich mich so kurz als möglich fassen, und nur das hervorheben, was zur Erledigung der Hauptpunkte unumgänglich nöthig ist.

I. Natur und Vermehrung der Furchungskugeln.

a. Die Frage über die Membranen der Furchungskugeln ist auf einem Punkte angelangt, auf dem es schwer hält, mit dem Gegenstande nicht näher Vertraute von den wahren Verhältnissen zu überzeugen, indem auf der einen Seite Reichert und Dubois aus den Erscheinungen der Imbibition den bestimmten Schluss ziehen, dass die Furchungskugeln Alle Membranen besitzen und demnach Zellen sind, auf der andern Seite Bergmann, Vogt, Bischoff und ich, ebenfalls auf die Veränderungen der Kugeln durch Wasser gestützt, diejenigen der früheren Stadien für hüllenlose Haufen von Körnern und einer zähen, eiweissartigen Verbindungssubstanz erklären und erst die letzten Kugeln in Zellen übergehen lassen; nichtsdestoweniger hoffe ich, dass es mir gelingen werde, unbefangene Forscher aufs bestimmteste davon zu überzeugen, dass die erste Ansicht durchaus unhaltbar ist.

Den Hauptbeweis für die nicht zellige Natur der Furchungskugeln entnehme ich, wie schon erwähnt, dem Verhalten derselben gegen Wasser. Die Furchungskugeln aller von mir bisher genauer untersuchten Gattungen (Rana, Bufo, Triton, Scorpio, Ergasilus, Cyclops, Exogone, Megalotrocha, Sepia, Loligo, Doris, Lymnaeus, Succinea, Helix, Botryllus, Ascaris, Strongylus, Pelagia) bestehen aus dunklen, fettartigen, meist kleinen Körnern und einer hellen, durchsichtigen, zähen Substanz, welche beide Elemente bald an Menge einander gleich kommen, bald das eine oder das andere weit vorwiegen. Setzt man diesen Kugeln Wasser zu, so mischt sich dasselbe der hellen Substanz, die ich Grund- oder Verbindungssubstanz nennen will, entweder ganz gleichmässig oder nur an einzelnen Stellen bei. Im letztern Falle entsteht niemals ein Bild, das für das Dasein einer Zellmembran sprechen könnte, indem die Verbindungssubstanz gleich nach dem Zu-

satze des Wassers und ohne dass das Platzen einer Membran vorangeht, da und dort in Gestalt von Warzen sich vortreibt, welche Hervorragungen unmittelbar und ohne Grenze in den unveränderten Theil derselben Substanz übergehen, wohl aber kann in dem ersteren Falle ein Zellen ähnliches Gebilde entstehen, namentlich wenn die Kugeln vorwiegend aus Körnern bestehen. Hier vergrössert sich nämlich die Kugel allmälig und umgiebt sich, oft ziemlich vollständig, mit einem hellen Saume, der nach aussen ganz scharf begrenzt ist, und mehr oder weniger täuschend einer Zellmembran ähnlich sieht. Dass jedoch auch bei so bewandten Umständen von einer Membran keine Rede sein kann, ergiebt sich ganz bestimmt daraus, dass bei einem und demselben Thiere die Furchungskugeln bald diese, bald jene Form annehmen, aus der einen in die andere übergehen oder Zwischenformen zeigen, wie z. B. auf der einen Seite gleichmässig ausgedehnt und mit einem hellen Saume umgeben sind, auf der andern einen oder zwei warzenförmige Vorsprünge besitzen. Reichert ist es, was mit diesen meinen Erfahrungen vollkommen in Einklang steht, in der That nie gelungen, die vermeintliche Membran wirklich zu sehen oder isolirt darzustellen, wohl aber glaubt er, dass die scharfe Begrenzung der Furchungskugeln und der hellen durch Wasser entstehenden Säume derselben, ganz bestimmt das Dasein eines Häutchens beweisen, und an hüllenlosen, flüssigen Substanzen, wie dem Inhalte der Kugeln, nie vorkommen können. Ich gestehe nicht zu begreifen, wie ein mit den microscopischen Verhältnissen vertrauter Forscher so etwas behaupten kann. Ein Wassertropfen wird allerdings unter denselben Verhältnissen wie die Furchungskugeln nie eine so gleichbleibende Form und scharfe Begrenzung zeigen, allein die Verbindungssubstanz der Furchungskugeln ist keineswegs wässeriger Natur, sondern eine zähe eiweissartige Substanz, und dass eine solche Substanz eine scharfe Begrenzung und Kugelgestalt annehmen kann und sehr leicht annimmt, ist eine bekannte Sache. Ich erinnere nur an den Inhalt von Zellen (Epiteliumzellen der conjunctiva cornea, der plexus chorioidei, der Linsenkapsel, Zellen der retina, der Nierenkanälchen, Eiterzellen, Lymphzellen u. s. w.) oder von

Röhren (Nervenröhren, Linsenröhren [1]) oder von einzelligen Infusorien (Stentor, Bursaria, Opalina etc.), der isolirt gewöhnlich in scharf umschriebener Kugelform auftritt. Gerade die Aehnlichkeit der imbibirten Furchungskugeln mit solchem ausgetretenem Inhalte von Zellen und Röhren dient meiner Ansicht nach zu nicht geringer Verstärkung der Schlüsse, die ich aus dem Verhalten der Furchungskugeln gegen Wasser ziehe.

Ein zweiter Beweis für die hüllenlose Natur der Furchungskugeln liegt in der Beschaffenheit derselben bei den Thieren mit partieller Furchung. Hier sind nämlich, wie Vogt von Coregonus und Alytes meldet, und wie ich bei den Cephalopoden beobachtet habe, die Furchungskugeln der ersten Stadien gar keine isolirten Kugeln, sondern nur halbkugelige oder die Form von Kugelsegmenten besitzende Erhebungen der sich furchenden Dotterpartie, die mit ihrer unteren Fläche unzertrennlich mit dem an der Furchung nicht theilnehmenden Dotter verbunden sind und ohne Grenze in denselben übergehen. Dass in einem solchen Falle nicht an Zellen gedacht werden kann, ist so einleuchtend, dass meiner Ansicht nach die einfache Hinweisung auf dieses Faktum genügt, um die Natur der Furchungskugeln nicht blos bei diesen Thieren, sondern auch, wegen der grossen Uebereinstimmung zwischen der partiellen und totalen Furchung, bei den übrigen Thieren, die Furchung besitzen, festzustellen, um so mehr, da selbst Reichert gegen dieses ihn augenscheinlich nicht zusagende Faktum nichts anderes anzuführen weiss (l. c. p. 199), als dass vielleicht die Anwesenheit von Nahrungsdotter in den Eiern von Sepia eine genaue Beobachtung der Furchung trübte, und wohlweislich jede einlässliche Besprechung desselben vermeidet.

b. Wie in Bezug auf die Natur der Furchungskugeln, so muss ich auch in Betreff der Vermehrung derselben Reichert durchaus entgegentreten. Nirgends geschieht dieselbe so, dass zwei kleinere Furchungskugeln innerhalb einer grössern entstehen, wie Reichert behauptet, sondern überall durch Thei-

---

[1]) Die sogen. Linsenfasern sind Röhren, die aus einer zarten Membran und eiweissreichem Inhalte bestehen.

lung ungefähr in der Weise, wie Infusorien sich theilen, indem nämlich an den länglich sich gestaltenden Kugeln eine quere Furche entsteht, die allmälig tiefer greifend, dieselben zuletzt in zwei Hälften zerfällt. Dass dem so und nicht anders ist, beweisen erstens die auf verschiedenen Stufen der Theilung, von der leisesten kaum merklichen Einschnürung an bis zur fast vollständigen Trennung in zwei Hälften, befindlichen Furchungskugeln, die fast bei allen sich furchenden Eiern der verschiedensten Thiere in Menge zu treffen sind, zweitens die Eier der Thiere mit partieller Furchung, bei denen auch nicht von ferne an eine endogene Bildung der nicht allseitig abgegrenzten Furchungssegmente gedacht werden kann, drittens endlich und am unwiderleglichsten die Eier der Entozoen, bei denen man nach Reichert's Beobachtung, gerade wie bei den Batrachiern und Fischen die Furchung in ihrem allmäligen Fortschreiten belauschen kann. Bei diesen Thieren ist es so leicht zu sehen, dass die Vermehrung der Furchungskugeln durch nichts als durch eine Theilung zu Stande kommt, dass man durchaus nicht begreift, wie Reichert zu einem andern Resultate kommen konnte. An den Dottern von Ascaris nigrovenosa und Strongylus auricularis z. B. sieht man, bevor ein Theilungsakt beginnt, die verschiedenen runden Kugeln eine leicht in die Länge gestreckte Gestalt annehmen; dann zeigt sich eine fast unmerkliche Einbiegung in der Mitte, die nach und nach tiefer werdend, eine deutliche quere Furche darstellt, die endlich je eine Kugel in zwei zerfällt. Ich bin überzeugt, dass jeder Forscher (kein Physiologe sollte die Untersuchung der so leicht zu habenden Entozoen vernachlässigen, um über den Furchungsprocess ins Reine zu kommen), der nicht eine frühere irrthümliche Ansicht um jeden Preis wenigstens theilweise retten will, in dieser Beziehung mit mir einverstanden sein wird, weshalb ich jede weitere Auseinandersetzung für überflüssig halte.

II. Entwickelung der Kerne der Furchungskugeln und Bedeutung derselben für die Furchung.

a. Da Reichert in neuester Zeit ziemlich bestimmt der von mir zuerst ausgesprochenen Ansicht, dass die sogenannten hellen Flecken der Furchungskugeln Bläschen und zwar Kerne

sind, beigetreten ist, so will ich über die Natur derselben nur weniges bemerken. Dass diese Kerne Bläschen sind, lässt sich mit Bestimmtheit beweisen. Einmal unterscheidet man an denselben deutlich die Membran, als eine mehr oder weniger starke dunkle Begrenzungslinie, von dem wasserhellen Inhalte, und zweitens lassen sich durch Endosmose und Exosmose, gerade wie es Henle von den Kernen der Eiterkügelchen, ich von denjenigen der Lymphkörperchen gezeigt haben, so auch die Kerne der Furchungskugeln grösser und kleiner, aufgequollen oder zusammengeschrumpft darstellen. — Was die Kernchen dieser Kerne betrifft, so muss ich gegen Reichert, der dieselben nun zwar ebenfalls gefunden hat, jedoch ihr allgemeines Vorkommen bestreitet, aufs Bestimmteste behaupten, dass dieselben wesentliche Elemente sind. Zwar ist es bei manchen Thieren, wie ich schon an andern Orten offen berichtet habe, ganz unmöglich, irgend welche geformte Theile im Innern der Kerne wahrzunehmen, und dasselbe gilt auch von den kleineren und kleinsten Furchungskugeln der meisten übrigen Thiere; allein solche Fälle haben durchaus keine Beweiskraft angesichts der vielen andern sichern und bestimmten Beobachtungen über die Existenz der Kernchen. Die Thiere, bei denen ich bis jetzt, natürlich vorausgesetzt, dass die Kerne gehörig isolirt waren, so dass sie ganz sich überschauen liessen, die Kernchen ohne Ausnahme gefunden habe, sind: Rana esculenta und temporaria, Strongylus auricularis, Ascaris acuminata, nigrovenosa, dactyluris, Sepia officinalis, Helix pomatia und Lymnaeus stagnalis. Vor allen kann ich den so leicht zu habenden Lymnaeus zur ersten Beobachtung empfehlen und fast eben so sehr Ascaris nigrovenosa und Strongylus auricularis, bei denen, namentlich aber bei ersterem, die Kernchen ausnehmend schön sind. In Betreff der Zahl derselben fand ich eines oder zwei als Regel, mehr als drei nie und drei nur in sehr seltenen Fällen. Neuere Beobachtungen über die Entstehung derselben besitze ich keine, doch kenne ich auf der andern Seite auch keine Thatsache, die den aus früheren Erfahrungen gezogenen Schluss, dass die einfachen Kernchen immer unmittelbar vor der Vermehrung ihres Kernes durch Theilung sich verdoppeln, aufzuheben im Stande wäre.

Die Vermehrungsweise der Kerne anbelangend, so hat

Reichert meinen Beobachtungen und den aus denselben gezogenen Schlüssen ganz eigenthümliche neue Vermuthungen und Behauptungen entgegengestellt, die wohl hauptsächlich dem Umstande ihren Ursprung verdanken, dass derselbe, wie seine Abbildungen und Mittheilungen ergeben, sich über die Erscheinungen des fortschreitenden Furchungsprocesses an unverletzten, nicht comprimirten oder anderweitig behandelten Eiern zu vergewissern suchte, was zwar an und für sich ganz lobenswerth ist, jedoch nicht als einzige oder Hauptuntersuchungsmethode angewandt werden kann, da bei derselben die Vorgänge im Innern der Kugeln nur höchst unvollständig zu erkennen sind. Nach Reichert geht die Bildung der Kerne folgendermassen vor sich: Sobald die erste Furchungskugel entstanden ist, bildet sich in derselben ein Kern, welcher nur kurze Zeit besteht und dann sich auflöst. Nun theilt sich die kernlose erste Kugel in zwei (nach R. durch endogene Bildung), die sobald sie vollkommen gebildet (nach R. freigeworden) sind, jede wieder einen Kern in sich erzeugen, der ebenfalls nach kurzem Bestehen sich auflöst. So soll es nun bei der ganzen Furchung weiter gehen, immer schwinden nach R. die alten Kerne vor dem Zerfallen der Kugeln und nach dem Zerfallen derselben entstehen ganz unabhängig von den früheren Kernen neue Kerne in den eben gebildeten Kugeln.

Dieser Ansicht gegenüber muss ich wie früher aufs bestimmteste behaupten, dass die Kerne nicht unabhängig von einander, sondern so entstehen, dass je aus einem derselben durch endogene Bildung zwei neue entstehen, ferner dass die Vermehrung der Kerne immer und ohne Ausnahme der Theilung der Kugeln vorangeht. Den ersten Punkt betreffend, so lässt sich wenigstens die Thatsache, dass die Kerne in keiner Furchungskugel jemals fehlen, so leicht durch die Beobachtung bestätigen, dass es nur ausgenommen in der ausgesprochenen Voraussetzung, dass Reichert nur unverletzte Furchungskugeln in Bezug auf diesen Punkt untersucht hat, durchaus unbegreiflich erscheint, wie derselbe zu seiner Ansicht von der jedesmaligen Auflösung der alten Kerne und der unabhängigen Neubildung der neuen kommen konnte. Bei keinem Thiere und in keinem Stadium der Furchung ist mir unter nor-

malen [1]) Verhältnissen eine Furchungskugel vorgekommen, die, vorausgesetzt, dass sie gehörig sich erforschen, d. h. namentlich isoliren und comprimiren liess, nicht wenigstens Einen Kern enthalten hätte, und fast bei allen Thieren, die mir bisher zu Gebote standen, habe ich in sehr vielen Kugeln je zwei, in sehr seltenen Fällen selbst vier Kerne erkannt. Meiner Ansicht nach spricht übrigens auch der Umstand, dass R. nie Furchungskugeln mit zwei Kernen gesehen hat, obgleich schon v. Siebold und Bagge solche beschreiben und abbilden, sehr zu seinen Ungunsten und zeigt deutlich, dass seine Untersuchungen über diese Kerne noch vieles zu wünschen übrig lassen.

Wenn nun auch aus dem leicht zu constatirenden Umstande, dass es während des ganzen Furchungsprocesses zu keiner Zeit irgend eine Furchungskugel ohne wenigstens Einen Kern giebt, ganz bestimmt hervorgeht, dass die Kerne nicht abwechselnd sich auflösen und wieder neu sich bilden, so sind doch die genaueren Verhältnisse ihrer Vermehrung ungemein schwer zu erkennen. Ich habe früher gegen Bagge die Ansicht geltend gemacht, dass bei derselben nicht eine Theilung, sondern eine endogene Kernbildung, wie ich sie auch an andern Orten beschrieben habe, im Spiele ist, und in der That haben mir auch neuere Beobachtungen über die Kerne der Furchungskugeln der Frösche, unter denen ich in seltenen Fällen grössere fand, die zwei Tochterkerne einschlossen, gezeigt, dass meine früheren Beobachtungen und die aus denselben gezogenen Schlüsse richtig sind. Ueber diese Thatsache hinaus gehen meine Erfahrungen auch jetzt noch nicht, namentlich kann ich nicht angeben, ob die Tochterkerne gleich bei ihrer Entstehung den Raum ihres Mutterkernes ganz erfüllen; nur in Bezug auf die Kernchen glaube ich bestimmt behaupten zu dürfen, dass in jedem Kerne ihre Vermehrung, respective Verdoppelung der Bildung der Tochterkerne vorangeht.

Die Vermehrung der besprochenen Kerne geht der Thei-

---

[1]) Unter abnormen Verhältnissen verstehe ich ein selten vorkommendes Zerfallen des Dotters in einige wenige Kugeln ohne weitere Entwickelung desselben.

lung der Kugeln ohne alle Ausnahme voraus. Nie habe ich bei den vielen Thieren, deren erste Entwickelung ich untersuchte, eine in der Theilung begriffene Kugel mit nur Einem Kerne [1]), wohl aber in hundert und hundert Fällen einfache Kugeln mit zwei Kernen gesehen und neulich noch bei Ascaris acuminata, nigrovenosa und Strongylus auricularis bei Erforschung der allmählich vor meinen Augen fortschreitenden Furchung immer zuerst Verdopplung der Kerne, und erst nach einiger Zeit beginnende Einschnürung und Theilung der einfachen Kugeln gesehen. Freilich muss man auch hier sich nicht blos an das Studium der unverletzten Eier halten, da die Kerne in nicht comprimirten Kugeln nicht leicht, oft gar nicht zu erkennen sind, sondern immer von Zeit zu Zeit eine Reihe von Eiern behufs einer genaueren Untersuchung des Inhaltes der Furchungskugeln opfern. Uebrigens erlangt man bald so viel Sicherheit in der Erkennung des ganzen Processes, dass man auch an unverletzten Kugeln wenigstens in vielen Fällen erkennt, ob sie einfache oder doppelte Kerne

---

[1]) Mein Freund Dr. C. Vogt hat bei Actaeon (Rech. sur l'embryogénie des Mollusques gastéropodes Pl. 1. Fig. 1. Ann. d. sc. nat. 1846) in einigen Fällen leyerförmige Furchungskugeln mit nur Einem Kerne bemerkt und hieraus den Schluss gezogen, dass die Theilung der Furchungskugeln unabhängig von den Kernen vor sich gehe. Diese Beobachtung ist ganz richtig, allein meinen Erfahrungen bei den Ascariden zufolge nicht so zu deuten, wie es von Vogt geschehen ist. Bei Ascaris nigrovenosa nämlich finden sich sehr häufig gerade in dem nämlichen ersten Stadium der Furchung den von Vogt abgebildeten ganz gleiche Kugeln, die, wenn man ihre weitere Entwicklung verfolgt, was hier, wie oben bemerkt wurde, leicht geschehen kann, allmählich in ganz einfache, nirgends eingeschnürte, elliptische Kugeln übergehen, dann 2 Kerne erhalten, und erst nachdem dieses geschehen ist, in zwei Kugeln zerfallen. Ich erkläre mir die Bildung dieser Kugeln folgendermassen: Nach dem Schwinden des Keimbläschens lockert sich der Dotter auf, dann entsteht der erste Kern und mit ihm nimmt der Dotter wieder einen engeren Raum und scharfe Begrenzung an. Liegt der Kern in der Mitte des Dotters, so zeigt der letztere einfache elliptische Gestalt, liegt er dagegen dem einen Pole der Eier näher, so zieht sich, wie ich wirklich beobachtet habe, der ihn zunächst umgebende Dotter enger um ihn zusammen; wodurch denn der ganze Dotter eine mehr oder weniger starke leyerförmige Gestalt erhält.

enthalten. — Gegen diese ganze Darstellung wird nun wahrscheinlich Reichert einwenden, was ich für mehrfache Kerne erkläre, seien nichts anderes als die zwei Tropfen Flüssigkeit, die sich, wie er glaubt, jedesmal nach der Auflösung des einfachen Kernes einer Furchungskugel zeigen, wogegen ich mir vorläufig die gewiss nicht unbescheidene Entgegnung erlaube, dass mir über die Natur der hellen Flecke der Furchungskugeln, über die Frage ob dieselben Kerne oder etwas anderes sind, wohl eher ein Urtheil zusteht als Reichert, der erst von mir gelernt hat, dass dieselben Bläschen mit einem Kern im Innern, m. a. W. Kerne sind, während er sie früher als homogene solide Körper beschrieben hatte.

b. Aus den so eben mitgetheilten Thatsachen, für deren Richtigkeit ich auf alle Weise einstehe, geht nun meiner Ansicht nach die Bedeutung der Kerne für den Furchungsprocess ziemlich klar hervor. Wenn wir sehen, dass die erste Furchungskugel erst entsteht, nachdem der erste Kern sich gebildet hat, wenn wir beobachten, dass die Theilung dieser und der spätern Kugeln immer und ohne Ausnahme erst dann erfolgt, wenn in ihnen zwei Kerne entstanden sind, so liegt doch gewiss die Vermuthung, dass die Vermehrung der Kerne die Theilung der Kugeln bedingt, näher als die Annahme, dass beide Vorgänge nichts mit einander zu thun haben. Und diese Vermuthung wird meiner Ansicht nach fast zur Gewissheit erhoben, wenn wir bedenken, dass bei der sehr analogen endogenen und freien Zellenbildung um Kerne und Umhüllungskugeln und namentlich bei der noch ähnlicheren Theilung von Zellen die Kerne eine ganz ähnliche Rolle spielen. Bei der Zellenbildung [1]) um Umhüllungskugeln z. B., wie sie

---

[1]) Bei diesem Anlasse erlaube ich mir einige historische Angaben Reichert's zu berichtigen. Der erste, welcher Beobachtungen über Zellenbildung um Haufen von Körnern bekannt gemacht hat, ist Vogt (Alytes p. 13), dann folgte Nägeli (Entwicklungsgesch. des Pollens. Zürich 1842) und endlich ich (Müller's Archiv 1843 und Entw. d. Ceph. p. 155). Auf diese Beobachtungen gestützt, stellte ich denn diese Art der Zellenbildung, unter dem Namen „Zellenbildung um Umhüllungskugeln" als zweite Art neben die bekannte Schleiden-Schwannsche Zellenbildung direkt um Kerne, während Nägeli (Zeitschr. f. wiss. Botanik. Heft II. u. III.) noch weiter geht, die Zellenbildung

Nägeli schildert, sehen wir, dass, sobald in einer Mutterzelle zwei Kerne entstanden sind, der gesammte Inhalt dieser Zelle sich in zwei Haufen um diese Kerne gruppirt, welche Haufen dann nachträglich mit einer Membran sich bekleiden und so zu Tochterzellen sich gestalten. Fast noch in die Augen springender ist die Einwirkung der Kerne bei der bekannten Theilung der einzelligen Infusorien (Bursaria, Opalina etc.) und bei der neulich von mir beobachteten Theilung der Blutkügelchen der Hühnerembryonen [1]), indem hier, sobald aus dem früheren einfachen Kerne zwei neue entstanden sind, eine ringförmige mittlere Einschnürung der bisher einfachen Zelle beginnt, die bald eine gänzliche Abschnürung der so sich bildenden Hälfte zur Folge hat. Aus diesen und noch einigen an einem andern Orte mitgetheilten Gründen, die ich hier nicht wiederholen will, setze ich jetzt noch wie früher die einzige Ursache der Theilungen des Dotters beim Furchungsprocesse in die Kerne und deren allmähliche Vermehrung durch endogene Kernbildung, in welcher Ueberzeugung Reichert's tadelnde Bemerkungen darüber, dass ich ein Auseinandertreten der Tochterkerne gleich nach ihrem Freiwerden aus den Mutterkernen und eine attrahirende Wirkung derselben auf die Körner des Dotters annehme, am allerwenigsten mich irre machen werden, da das erste einfach eine Thatsache ist [2]) und das letzte, obschon allerdings Hypothese, doch wie ich glaube, eher im Einklange als im Widerspruche mit irgend andern Thatsachen (ich erinnere an die Saftströmung die von Kernen ausgeht, an die Niederschläge, die um Kerne sich bilden, an die Bewegung von Kernen um einander, die Nägeli gesehen hat) und zur Erklärung des Processes, um den es sich handelt, vollkommen hinreichend. Uebrigens

---

um Kerne gänzlich läugnet und nur eine Art derselben, die von ihm sogenannte Zellenbildung um Inhaltsportionen annimmt.

[1]) Die Entdeckung dieser Vermehrungsweise der Blutkügelchen würde Remak zuzuschreiben sein, wenn nicht derselbe (Diagnost. und pathogenet. Unters. p. 100) seine vor einigen Jahren gemachten Beobachtungen, aus denen er auf eine Theilung der Blutkügelchen schloss, aus mir unbegreiflichen Ursachen zurückgenommen hätte.

[2]) Auch Mohl und Nägeli haben Ortsveränderungen von Kernen in Pflanzenzellen gesehen.

lege ich, offen gesagt, kein grosses Gewicht auf das Wort Attraction, da Niemand anzugeben im Stande ist, auf welche Art die Einwirkung der Kerne statthat, nur daran halte ich fest, dass die Kerne eine solche Einwirkung auf die Körner des Dotters ausüben, dass dieselben in kugelige Haufen sich um sie gruppiren.

Ich schliesse diese Bemerkungen über die Furchungen mit einem kurzen Hinblick auf die histologischen Verhältnisse der allerersten Entwicklung der Thiere überhaupt. Bei allen bisher genauer untersuchten Thieren findet man, nach geschehener Befruchtung und nach dem Schwinden von Keimbläschen und Keimfleck, als erstes Zeichen der Entwicklung innerhalb des Dotters die Bildung eines Kernes und, indem derselbe durch endogene Kernbildung sich vermehrt, einer Generation von Kernen (meinen früheren Embryonalzellen) nach der andern. Bei den einen Thieren nun umhüllen sich diese Kerne mit grösseren oder kleineren Partieen von Dotter, welcher Vorgang unter dem Namen totale und partielle Furchung bekannt ist [1]), bei den andern treten die Kerne und der Dotter in kein näheres Verhältniss [2]). Das Ende des ganzen Processes ist bei den Thieren mit Furchungen die Bildung einer grossen Menge von Zellen, der ersten Zellen der Embryonen, welche Zellen einfach so entstehen, dass die Furchungskugeln gewisser späterer Stadien, und zwar wie es scheint überall die äusseren zuerst, an ihrer Oberfläche mit Membranen sich bekleiden, wodurch ihre Körner und deren

---

[1]) Totale Furchung ist bis jetzt nachgewiesen bei Polypen, Strahlthieren, Quallen, vielen Weisswürmern, Mollusken mit Ausnahme der Cephalopoden, Räderthieren, Anneliden, niedern Crustaceen, vielen Batrachiern und Säugethieren; partielle Furchung findet sich bei Cephalopoden, Arachniden, höheren Crustaceen, Insecten, Fischen, Batrachiern, zum Theil bei Sauriern und höchst wahrscheinlich bei den Vögeln.

[2]) Diese Entwicklungsweise findet sich nach meinen Beobachtungen (S. Müll. Arch. 1843) bei Trematoden, Cestoiden, bei Ascaris dentata, Ascaris Alaudae cristatae, Oxyuris ambigua, Trichocephalus, Cucullanus elegans. Reichert's Einwürfe gegen diese meine Angaben finden sich gewürdigt in Schleiden und Nägeli's Zeitschr. f. wissensch. Botanik Heft II. p. 76.

Verbindungssubstanz zu Zelleninhalt, ihre Kerne zu Zellenkernen sich gestalten, bei den andern Thieren ist es noch nicht möglich gewesen, das Schicksal der Kerne, die sich allmählich unter Aufzehrung des Dotters zu einem grossen Haufen ansammeln, genau zu verfolgen, da die Kleinheit derselben einem solchen Unternehmen fast unübersteigliche Hindernisse darbietet, doch lässt sich in Berücksichtigung 1) dass die ausgebildeten Individuen dieser Thiere nachweislich in allen ihren Theilen aus Zellen oder höheren Elementen, die aus Zellen hervorgegangen sind, bestehen und 2) dass bei ganz nahe stehenden Thieren z. B. vielen Arten von Ascaris und bei Cucullanus Emydis lutariae Furchung und Zellenbildung in geschilderter Weise vorkommt, mit Sicherheit annehmen, dass auch hier, wenn eine gewisse Zahl von Kernen entstanden ist, die ersten Zellen der Embryonen aus denselben hervorgehen, indem wahrscheinlich aus den noch übrigen flüssigen Resten des Dotters Membranen um die Kerne sich herumbilden. Wenn dem wirklich so ist, so müssen, wie ich es schon früher ausgesprochen habe, beide Entwicklungsweisen als wesentlich gleich angesehen werden, indem bei beiden als wichtigstes Moment die Bildung einer grossen Zahl von Kernen auftritt, um welche denn schliesslich die ersten Zellen der Embryonen entstehen. Was endlich noch die weiteren Schicksale dieser ersten Zellen betrifft, so halte ich für ausgemacht, dass dieselben bei allen Thieren, jedoch nicht bei allen gleich lang, ähnlich den früheren Furchungskugeln an Zahl sich vermehren, während sie an Grösse immer mehr abnehmen. Wie diese Vermehrung geschieht, ist schwer auszumitteln, doch halte ich es für gewiss, wie auch Bischoff und Vogt annehmen, dass sie nicht durch gewöhnliche endogene Zellenbildung vor sich geht und dass die Kerne, von denen man sehr oft zwei in einer Zelle antrifft, wesentlich bei derselben sich betheiligen. Aus einigen Beobachtungen möchte ich schliessen, dass sie an einigen Orten durch Theilung der Zellen, so z. B. bei den Blutkörperchen vieler Thiere ganz sicher, an andern durch endogene Zellenbildung um Inhaltsportionen geschieht, in welchem Falle die Membranen der Mutterzellen entweder persistiren, wie z. B. bei den Knorpeln, oder der Reihe nach sich auflösen. Freie Zellenbildung

kommt meinen Beobachtungen zufolge, die freilich mit denen mancher Forscher in Widerspruch stehen, bei keinem Thiere in den allerersten Zeiten vor, sondern zeigt sich erst, bei den einen früher, bei den andern später, beim Frosche z. B. erst nach der Entstehung der ersten Blut- und Lymphgefässe, wenn die in unmittelbarer Nachkommenschaft aus einander entstandenen ersten Zellen schon zu mannigfachen Organen sich gruppirt haben.